Boll. Soc. Hist. Nat. Balears, 33 (1989-1990): 159-168 Palma de Mallorca.

ALIMENTACION DE LOS JUVENILES DE *LIZA AURATA* (RISSO) EN LA ALBUFERA DES GRAU (ISLA DE MENORCA - BALEARES)

L. CARDONA & F. CASTELLÓ,[1]

PALABRAS CLAVE: laguna costera, *Liza aurata,* alimentación.

KEY WORDS: coastal lagoon, *Liza aurata*, feeding.

RESUMEN. Se ha estudiado la alimentación de los juveniles de *L. aurata* en l'Albufera des Grau (Menorca, Baleares). La materia orgánica adsorbida al sedimento constituye la principal fuente de alimento, siendo las algas y los invertebrados menos importantes. No existen cambios notables a lo largo del año en la importancia relativa de estos tres tipos de presa. Durante el verano, *L. aurata* emplea más tiempo para alimentarse, debido al incremento de la demanda energética.

RESUM. ALIMENTACIÓ DELS JUVENILS DE *Liza aurata* (RISSO) A L'ALBUFERA DES GRAU (BALEARS, MENORCA). La matèria orgànica adsorbida al sediment és el principal aliment dels juvenils de *L. aurata* a l'esmentada llacuna, essent els invertebrats i les algues menys importants. No hi ha, al llarg de l'any grans canvis en la importància relativa d'aquest tres tipus de presa. A l'estiu, *L. aurata* destina més temps a l'alimentació, donat que la seva demanda energètica s'incrementa.

SUMMARY. FEEDING OF YOUNG *L. aurata* (RISSO) IN "L'ALBUFERA DES GRAU" COSTAL LAGOON (MINORCA, BALEARIC ISLANDS). Organic matter from the sediment constitutes the main food source of young *L. aurata*, although invertebrates and algae are also consumed. The relative importance of these three kinds of prey do not change along the year. In summer, daily feeding periode expands, due to an increse of the metabolic rate.

INTRODUCCIÓN

Dada la escasez de datos sobre la biología de los mugílidos en aguas de Baleares y de la Península Ibérica (DRAKE *et al.*, 1984), en 1987 se inició el

[1] Laboratorio de Piscicultura, Departamento de Biología Animal, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, Avda. Diagonal, 645, 08028 - Barcelona.

estudio de este grupo en la albufera des Grau, una laguna salobre, de algo más de un kilómetro cuadrado de superficie, situada en la parte nororiental de la isla de Menorca (Baleares). El proyecto tenía, así mismo, el objetivo de paliar el desconocimiento existente sobre su ictiofauna, ya que en aquel momento sólo se había publicado un artículo científico referente a la misma (DEMESTRE *et al.*, 1979), a pesar de existir una pesquería comercial de *Anguilla anguilla*.

Dado que los mugílidos penetran en las aguas salobres principalmente para alimentarse (DE SILVA, 1980), se consideró interesante estudiar las variaciones estacionales de la alimentación de los juveniles de *L. aurata* (RISSO, 1826), uno de los teleósteos más abundantes en el canal que comunica la laguna con el mar, presentándose en éste trabajo los primeros resultados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Una descripción general del sistema puede hallarse en MARGALEF (1952) y PRETUS (1985; 1989). Se trata de una laguna de aguas mesopolihalinas, con una profundidad media de 2 metros. La comunidad vegetal más abundante es la *Chaetomaorpheto-Polysiphonietum,* existiendo también zonas en las que se desarrolla *Ruppia cirrhosa* y praderas de *Zostera nana* (MARGALEF, 1952). La comunicación con el mar se realiza por un canal, conocido como Sa Gola, de unos 400 metros de longitud. La profundidad media del canal en la parte más cercana a la laguna es de 50 cm. La parte más próxima al mar tiene una zona central de 2,5-3 metros de profundidad y está rodeada por playas de arena y fango con una profundidad media de 43 cm. La vegetación es similar a la de la laguna, pero faltan *Phragmites australis* y *Scirpus* ssp., típicos de las orillas de aquélla.

Entre agosto de 1987 y abril de 1988, se analizaron mensualmente varios parámetros fisicoquímicos del agua de sa Gola en las proximidades del puente. La temperatura del agua y la concentración de oxígeno en superficie se midieron mediante un oxímetro-termómetro WTW. La salinidad superficial se determinó con un refractómetro de mano ATAGO. Finalmente, el pH se midió mediante un pH-metro portátil CRISON.

Los ejemplares de *L. aurata* se capturaron, con anzuelo, dos veces en cada estación del año, con un mes de diferencia entre los dos muestreos del mismo período. Para determinar el período de alimentación, la pesca se realizó diariamente en dos etapas: de 10 a.m. a 12 a.m. y de 3 p.m. a 5 p.m.

Los animales capturados se guardaban en una nevera portátil, a una temperatura de 5°C, durante menos de tres horas. Tras extraer el tubo digestivo, éste era congelado a −20°C. De cada ejemplar se medía su longitud total y se determinaba su madurez sexual. Sólo se estudiaron aquellos ejemplares que aún no habían realizado la primera maduración sexual.

Las muestras se dividieron en tres grupos, que se estudiaron por separado: verano, otoño-invierno y primavera. En primer lugar, para cada grupo se determinó cómo se distribuían en los dos intervalos horarios estudiados las capturas de los ejemplares sin alimento en el tubo digestivo. Para ver si la actividad trófica era similar en ambos períodos, lo que sucedería si las frecuencias halladas no difiriesen de una relación 1:1, se empleó el test Ji-cuadrado (CUADRAS, 1984).

Posteriormente, los contenidos estomacales se analizaron mediante lupa binocular y microscopio óptico, determinándose así las presas presentes en cada estómago. Unicamente los restos vegetales en descomposición se consideraron como detritus (WHITFIELD, 1988), y los restos no identificados se consignaron como *otros* (tabla 4).

Para cuantificar la importancia de cada presa, se siguieron los métodos de ocurrencia y de predominio (HUREAU, 1970; NATARAJAN & JHIGRAM, 1961; BAL & RAO, 1984; DRAKE *et al.*, 1984). Según el primero, la importancia de cada presa *i* viene determinada por el porcentaje de estómagos llenos en que aparece dicha presa (frecuencia de occurrencia: Fa_i), estableciéndose la siguiente clasificación a partir de los valores de Fa_i (HUREAU, 1970):

–Presas preferenciales: constituyen la mayor parte del alimento ($Fa_i \geq 50\%$).

–Presas secundarias: contribuyen algo a la alimentación ($10\% \leq Fa_i < 50\%$).

–Presas accidentales: apenas aportan algo a la alimentación ($Fa_i < 10\%$).

En cuanto al método de predominio, se basa en el cálculo de la frecuencia de predominio de cada presa *i* (Fp_i), determinada como el procentaje de estómagos en los que predomina la presa *i* sobre el conjunto de las presas.

RESULTADOS

Los resultados de los análisis del agua realizados se muestran en la tabla 1. El pH apenas varió a lo largo del período de estudio (valor medio = 8,43; desviación standard = 0,09).

El ritmo de alimentación de *L. aurata* en la zona varía estacionalmente (tabla 2). Durante la época fría y la primavera, la alimentación es más intensa después del mediaodía, pues hay diferencias estadísticamente muy significativas (Test Ji-cuadrado; $P<0'001$) entre las frecuencias halladas y las esperadas si la intensidad de alimentación fuese idéntica en ambos períodos. Sin embargo, durante el verano no existen diferencias significativas, por lo que no podemos afirmar que haya diferencias en la intensidad de alimentación.

	Verano	Otoño-Invierno	Primavera
S (%)	33.8 (36.2-31.4)	25.6 (30.9-19.0)	18.5 (20.0-17.0)
O_2 ppm	6.3 (6.9-5.9)	8.6 (9.9-7.5)	7.3 (7.5-7.0)
T (°C)	27.9 (28.5-27.4)	13.3 (17.0-10.2)	16.0 (20.3-13.6)

Tabla 1. Valores medios (fila superior) y rango (fila inferior) de salinidad (S, en tantos por mil), concentración de oxígeno disuelto ($[O_2]$, en ppm) y temperatura del agua al mediodía (T, en °C) en cada estación del año.

Mean (upper row) and range (lower row) values of salinity (S, in $g.l^{-1}$), dissolved oxygen ($[O_2]$, in ppm) and water temperature at midday (T, in °C) during each season.

Por otra parte, el perfil de recursos utilizado por *L. aurata* en l'Albufera des Grau también muestra variaciones estacionales (tabla 3), aunque hay algunas características constantes en el mismo, como el hecho de que la frecuencia de ocurrencia de la arena, los ostrácodos y los foraminíferos sea siempre superior al 50%. A este respecto, hay que indicar que probablemente los dos últimos tipos de presa se ingieran pasivamente con la arena, pues la mayoría de los restos de los ostrácodos son caparazones y la representación de los foraminíferos en los estómagos es similar a la del fondo (MATEU, 1974).

Durante el verano hay siete presas preferenciales y cinco secundarias. Entre las preferenciales, dos son de origen vegetal y tres son de origen animal. Todas las presas secundarias son de origen animal.

La alimentación se diversifica en otoño-invierno, pues si bien gasterópodos, cianofíceas y cladoforales dejan de ser alimentos preferenciales, el núme-

ro de presas de esta categoría se incrementa. Dos de las presas preferenciales son vegetales y cuatro animales. El número de presas secundarias y accidentales pasa de cinco a nueve y, salvo las cladoforales, son animales. Durante la primavera continua el incremento de la diversificación, pues pasa a haber diez presas preferenciales y cinco secundarias. Las presas que en la estación anterior eran accidentales son ahora secundarias. Entre las presas preferenciales hay cinco de origen animal y tres de origen vegetal. Entre las secundarias hay cuatro animales y ninguna vegetal. Paralelamente el incremento de la frecuencia de ocurrencia de las presas animales, se observa un descenso en la de los detritus.

	Verano	Otoño-Invierno	Primavera
Ejemplares	42	40	44
LT (mm)	120.4 ± 1.3	135.5 ± 1.7	164.5 ± 2.4
V_m	52.94	77.78	100.00
V_t	47.06	22.22	0.00

Tabla 2. Características de las muestra tomadas en cada estación. Longitud total (LT) en mm y distribución de los estómagos vacios entre mañana (V_m) y tarde (V_t) en %. Features of samples taken at each season. Total length (LT) is expressed in mm and distribution of empty stomachs between morning (V_m) and afternoon (V_t) in %.

El análisis de las frecuencias de predominio (tabla 3) indica la existencia de fluctuaciones importantes en el papel jugado por la arena, los detritus y el fango, mientras que los alimentos de origen animal y vegetal muestran variaciones de menor amplitud. Sin embargo, el conjunto de la materia orgánica muerta (detritus y materia orgánica adsorbida al fango y la arena) mantiene siempre la misma importancia y, desde esta perspectiva, el perfil de recursos en conjunto es poco fluctuante a lo largo del ciclo anual.

La misma impresión originan los resultados de la tabla 4, en la que se muestran las relaciones entre las frecuencias de ocurrencia medias de las presas animales, vegetales y el conjunto de aquellas que implican la utilización de materia orgánica muerta de origen detrítico, es decir, arena, fango y detritus propiamente dichos.

Presa	Verano		Otoño-Invierno		Primavera	
	F_a	F_p	F_a	F_p	F_a	F_p
Arena	50	28.2	68	5.0	100	35.2
Fango	0	0.0	67	35.0	100	36.0
Detritus	75	42.2	75	41.0	40	0.0
Animales		14.1		12.0		14.0
Foraminíf.	87		87		100	
Nematodos	12		56		20	
Gasteróp.	50		18		80	
Bivalvos	25		0		0	
Copépodos	25		50		60	
Ostrácodos	75		100		100	
Isópodos	0		6		20	
Anfípodos	12		18		20	
Cumáceos	0		6		40	
Dípteros adultos	0		10		0	
Dípteros larvas	0		0		80	
Nereidos	25		43		0	
Vegetales		14.1		5.0		14.0
Cladoforal	50		37		80	
Characiácea	0		62		0	
Diatomeas	0		62		100	
Dinoflagel.	0		0		100	
Cianofícea	50		0		0	
Otros	0		12		0	

Tabla 3. Frecuencia de ocurrencia (F_a) de cada presa. Se recoge también la frecuencia de predominio (F_p) de arena, fango, detritus, animales y vegetales. Todos los valores son porcentajes.

Occurrence frecuency (F_a) of each prey. Predominance frecuencies (F_p) of sand, mud, detritus, animals and plants are also shown. All values are in %.

DISCUSIÓN

Antes de discutir los resultados obtenidos, deben indicarse las limitaciones de la metodología empleada. A la utilización de la frecuencia de ocurrencia para caracterizar la alimentación de una especie se le achaca generalmente el que puede sobreestimar la importancia de las presas que aparecen en poca cantidad, pero en muchos estómagos, y subestimar la importancia de presas

abundantes en aquellos estómagos en que aparecen, pero que se encuentran en un pequeño número de los mísmos (HYSLOP, 1980). Sin embargo, éste no parece ser un problema importante a la hora de estudiar la alimentación de *L. aurata*, pues en esta especie existe una elevada correlación entre la frecuencia de ocurrencia de cada presa y su abundancia relativa en los estómagos, por lo que las presas que aparecen en muchos estómagos son además muy abundantes en ellos (CARDONA, 1990).

Tabla 4. Razones entre las frecuencias de ocurrencia medias de las presas animales, vegetales y de la materia orgánica muerta de orígen detrítico (m.o. detrítico: arena, fango y dentritus).

Ratios between mean occurrence frequencies of animals, plants and detritic organic matter (m.o. detrítico: sand, mud and detritus).

	Verano	Otoño-Invierno	Primavera
animales/vegetales	0.777	0.734	0.619
animales/m.o.muerta	0.622	0.563	0.722
m.o.muerta/vegetales	1.250	1.304	0.857

Un segundo problema es que para una misma frecuencia de ocurrencia, la presa de menor tamaño puede en realidad ser menos importante de lo que aparenta, y ésto sí puede tener importancia en los mugílidos, donde el tamaño de las presas es muy variado.

Usualmente, los mugílidos son considerados sedimentívoros y detritívoros (THOMSON, 1966; HICKLING, 1970; BLABER, 1984; ODUM, 1970), con una fuerte apetencia por presas vegetales bentónicas (ODUM, 1970; WELLS, 1984; ROMER & MCLACHLAN, 1986) y en menor medida planctónicas (ROMER & MCLACHLAN, 1986; DRAKE *et al.*, 1984; ODUM, 1968; CARDONA, 1990). Los ejemplares estudiados encajan perfectamente en esta caracterización, pues si bien la frecuencia de predominio de las presas animales es algo mayor a la de las presas vegetales, la frecuencia de ocurrencia media de aquéllas es claramente inferior (tabla 4).

Por otra parte, la alimentación de los juveniles de *L. aurata* en la albufera des Grau es similar a la de los adultos de la misma especie en otras zonas lagunares (DRAKE *et al.*, 1984), pero diferente de la de los alevines con una longitud total inferior a los cinco centímetros (ALBERTINI-BERHAUT, 1973).

Parece, en consecuencia, que los inmaduros y los adultos ocupan el mismo nicho en el ecosistema, lo que no sucede con los alevines, esencialmente planctófagos y carnívoros.

Dada la gran diversidad de alimentos consumidos por los juveniles de *L. aurata*, y la existencia de importantes cambios estacionales en el grado de utilización de los mismos, podría considerarse que dicha especie se comporta como un oportunista trófico, variando el patrón de utilización de recursos en función de la disponibilidad de los mismos. De hecho, ésto parece ser cierto con respecto a cada presa concreta, pero si las agrupamos según su naturaleza animal, vegetal o detrítica, existe entonces una gran constancia interestacional, tanto en sus frecuencias de predominio como en la relación entre sus frecuencias medias de ocurrencia. Por lo tanto, podemos concluir que la intensidad de utilización de cada presa sí puede verse influenciada por su abundancia en el medio, pero que la importancia relativa de los detritus, los animales y las plantas en la alimentación de los juveniles de *L. aurata* varía muy poco a lo largo del año.

Del razonamiento anterior se desprende que debería haber pocas variaciones interestacionales en la composición química del alimento de *L. aurata*, a menos que se produzcan grandes cambios en la organización del ecosistema capaces de afectar a la disponibilidad relativa de detritus, animales y plantas. Un buen ejemplo es lo que sucede tras las crisis distróficas, en que estas relaciones se alteran (PRETUS, 1989; CARDONA, 1990) y como consecuencia se produce un descenso significativo de la cantidad de proteínas presentes en el alimento de *L. aurata*, que permanecerá constante mientras la estructura del ecosistema no cambie nuevamente (CARDONA & CASTELLO, 1990).

Por lo que respecta a los cambios del ritmo de alimentación, parecen estar relacionados con el aumento que sufre la demanda energética de los poiquilotermos a medida que aumenta la temperatura (MARGALEF, 1986; PERSSON, 1986), y no ser un artificio del método de captura empleado, pues los resultados son similares a los obtenidos mediante capturas periódicas con trasmallos (CARDONA, 1990).

En la mayoría de los poiquilotermos, el requerimiento energético se duplica al aumentar 10°C la temperatura (MARGALEF, 1986), y lo mismo sucede en el mugílido *Chelon labrosus,* que además necesita cuatro veces más alimento a 23°C que a 13°C (FLOWERDEW & GROVE, 1980). Si *L. aurata* presentan una respuesta similar al aumento de la temperatura, es lógico entonces que en verano dedique más tiempo a alimentarse que durantte el resto del año, al tener que satisfacer una mayor demanda energética.

Finalmente, podemos concluir que *L. aurata* es una especie omnívora en la que la materia orgánica detrítica juega un papel muy importante en la dieta y que el tiempo destinado a la búsqueda de alimento está controlado, al menos en parte, por la temperatura del medio.

BIBLIOGRAFÍA

ALBERTINI-BERHAUT, J. 1973.– Biologie des stades juveniles de Téleostéens Mugilidae *Mugil auratus* Risso 1810, *Mugil capito* Cuvier 1829 et *Mugil saliens* Risso 1810. I. Régime alimentaire. *Aquaculture,* 2: 215-266.

BAL, D.V. & RAO. K.V. 1984.– *Marine fisheries.* Tata McGraw-Hill Publishing Co. Lt., New Delhi.

BLABER, S.J.M. 1984.– The food and feeding ecology of *Mugilidae* in the St. Lucia lake system. *Biol. J. Linn. Soc.,* 8: 267-277.

CARDONA, L. 1990.– *Ecología trófica de los mugílidos (Osteichthyes: Mugilidae) en la Albufera des Grau (Menorca, Islas Baleares).* Tesis de Licenciatura. Universidad de Barcelona.

CUADRAS, C.M. 1984.– *Probabilidades y estadística. Vol 2: Inferencia estadística.* PPU, Barcelona.

DEMESTRE, M., A. ROIG, A. DE SOSTOA & F.J. DE SOSTOA. 1979.– Contribución al estudio de la ictiofauna de Cataluña y Baleares. Estudio preliminar de la zona litoral superior de la isla de Menorca. *Misc. Zool.,* 3 (4): 101-114.

DE SILVA, S.S. 1980.– Biology of juvenile grey mullet: a short review. *Aquaculture,* 19: 21-36.

DRAKE, P., A.M. ARIAS & L. GALLEGO. 1984.– Biología de los Mugílidos *(Ostheichtyes, Mugilidae)* en los esteros de las salinas de San Fernando (Cádiz). 3. Hábitos alimentarios y su relació con la morfometría del aparato digestivo. *Inv. Pesq.,* 48 (2): 337-367.

FLOWERDEW, M.C. & D.J. GROVE. 1980.– An energy budget for juvenile thick-lipped mullet, *Crenimugil labrosus* (Risso). *J. Fish Biol.,* 17: 395-410.

HICKLING, C.F. 1970.– A contribution to the natural history of the English grey mullets *(Pisces Mugilidae). J. Mar. Biol. Ass. U.K.,* 50: 609-633.

HUREAU, J.C. 1970.– Biologie comparée de quelques poissons antarctiques *(Nothothenidae). Bull. Inst. Ocean. Monaco,* 68 (1391), 224 pp.

HYSLOP, E.J. 1980.– Stomach contents analysis. A review of methods and their applications. *J. Fish Biol.,* 17: 411-429.

MARGALEF, R. 1952.– Materiales para la hidrología de la isla de Menorca. *Publ. Inst. Biol. Apl.,* 11: 5-12.

MARGALEF, R. 1986.– *Ecología.* Omega. Barcelona.

MATEU, G. 1974.– Foraminíferos de la isla de Menorca y su aplicación como indicadores biológicos de contaminación litoral. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears,* 19: 89-114.

NATAARAJAN, A.V. & JHINGRAM, A.G. 1961.– Index of preponderance. A method of grading the food elements in the stomach analysis of fiches. *Indian J. Fish.,* 8(11): 54-59.

ODUM, W.E. 1968.– Mullet grazing on a dinoflagellats bloom. *Chesapeake Sci.* 9: 202-204.

ODUM, W.E. 1970.– Utilization of the direct grazing and plant detritus food chains by the striped mullet *(Mugil cephalus).* In *Marine Food Chains.* (J.J. Steele ed.): 222-240. Edinburgh.

PERSSON, L. 1986.– Temperature-induced shift in foraging ability in two fish species, roach *(Rutilus rutilus)* and perch *(Perca fluviatilis):* implications for coexistence between poikilotherms. *J. Animal Ecology.,* 55: 829-839.

PRETUS, J. 1985.– *Limnologia de l'Albufera des Grau (Menorca)*. Aportacions a l'estudi del cicle anual. Tesina de Licenciatura. Universidad de Barcelona.

PRETUS, J. 1989.– Limología de la albufera de Menorca (Menorca, España). *Limnética,* 5: 69-81.

ROMER, G.S. & MCLACHLAN A. 1986.– Mulet grazing on surf diatom accumulations. *J. Fish. Biol.,* 28: 93-104.

THOMSON, J.M. 1966.– The grey mullets. *Oceanography and marine biology annual review,* 4: 301-335.

WELLS, R.D.S. 1984.– The food of the grey mullet *(Mugil cephalus)* in Lake Waahi and the Waikato river at Huntly. *New Zealand J. Mar. Freshw. Res.,* 18(1): 13-19.

WHITFIEL, A.K. 1988.– The role of tides in redistributing macrodetritial aggregates within the Swartvlei estuary. *Estuaries*, 11(3): 152-159.